

## Erhebung zum Computereinsatz bei Physik-Gymnasiallehrern

Thomas Wilhelm, Thomas Trefzger

Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Am Hubland, 97074 Würzburg,  
[wilhelm@physik.uni-wuerzburg.de](mailto:wilhelm@physik.uni-wuerzburg.de), [trefzger@physik.uni-wuerzburg.de](mailto:trefzger@physik.uni-wuerzburg.de)

### Kurzfassung

Mit Hilfe einer Fragebogenerhebung an den Gymnasien von Unterfranken (in Bayern) im Jahr 2009 wurde der Computereinsatz im Physikunterricht erfragt. Es wurde ermittelt, wie die Lehrkräfte den Computer im Physikunterricht einsetzen, welche Art von Software und welche konkreten Softwareprodukte sie bereits eingesetzt haben. Dazu findet ein Vergleich mit Daten aus Rheinland-Pfalz aus dem Jahr 2004 statt. Ein Schwerpunkt bildet die Videoanalyse, bei der die Bekanntheit verschiedener Programme, die Lehrervorstellungen vom Einsatz sowie die Wirkung verschiedener Informationsquellen erhoben wurden. Insgesamt kann gezeigt werden, dass regionale Lehrerfortbildungen eine große Rolle spielen, ob und welche Software im Physikunterricht eingesetzt wird.

### 1. Einführung

Der Computer ist heute in gewissem Sinne zu einem Standardmedium im Physikunterricht geworden. Der Computereinsatz ist ein (kleines) Thema in Physikdidaktik-Lehrbüchern und aus der Lern- und Medienpsychologie liegen Überblicksartikel über den Computereinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht vor [1]. Die Physikdidaktik hat sich dagegen weitgehend neueren Fragestellungen zugewandt und die Softwareentwicklung liegt nicht mehr so stark bei den Physikdidaktikern der Hochschulen, sondern zum Teil bei Lehrmittelfirmen und Schulbuchverlagen.

Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit diese Möglichkeiten auch im Unterricht angekommen sind. Kennen die Lehrer überhaupt die vielen vorliegenden Softwareprogramme? Haben Lehrer ein Interesse an entsprechender Fortbildung?

In Deutschland wurden bisher wenige Daten zum Computereinsatz im Unterricht allgemein erhoben (z.B. [2]). Speziell für den Physikunterricht liegen nur wenige Daten vor [3, 4]. Ebenso ist unklar, wie intensiv die Lehrer in dieser Hinsicht ausgebildet werden, obwohl Ideen für sinnvollen Computereinsatz und eine subjektiv wahrgenommene Kompetenz wichtige Voraussetzungen für den Computereinsatz sind [3].

Die Möglichkeit zu einer kleinen Erhebung entstand dadurch, dass für eine Lehrerfortbildung im Oktober 2009 das Interesse der Lehrkräfte an verschiedenen Themen vorab erhoben werden sollte. Die Umfrage konnte deshalb damit begründet werden, dass die Fortbildung den Bedürfnissen der Physiklehrer gerecht werden soll, wozu die Umfrage wichtige Informationen liefern soll. Dazu wurde eine Unterstützung des Ministerialbeauftragten von Unterfranken

erzielt, über den ein kurzer Fragebogen im Mai 2009 auf offiziellem Weg an alle 44 Gymnasien in Unterfranken geschickt wurde mit der Bitte, dass alle Physik-Lehrkräfte der Schule ihn innerhalb weniger Wochen ausfüllen. Die Lehrkräfte hatten die Möglichkeit, auf einem Papier ausdruck zu antworten oder digital am Computer. Auf diese Weise antworteten 98 unterfränkische Physik-Gymnasiallehrer, was aufgrund des ungünstigen Zeitpunktes kurz vor den Pfingstferien zufriedenstellend ist.

Ein Schwerpunkt lag bei der Erhebung bei der Videoanalyse, da diese im Vergleich zu anderen Möglichkeiten des Computereinsatzes am Neuesten ist. Der Fragebogen ähnelte in Teilen dem Fragebogen aus [4], der im Herbst 2004 an allen staatlichen Gymnasien von Rheinland-Pfalz durchgeführt wurde, so dass hier Vergleiche möglich sind. Dabei bleibt jedoch offen, inwieweit die Unterschiede durch die vergangenen 4,5 Jahre zustande kommen oder an Unterschieden zwischen den Bundesländern liegen. In Deutschland gibt es große Unterschiede zwischen den Bildungssystemen der einzelnen Länder und zwischen deren Aus- und Fortbildung. Außerdem wird vom Staat – anders als z.B. in den Niederlanden – keine spezielle Software gefördert.

### 2. Informationen zu den Lehrkräften

#### 2.1 Fächerkombinationen

Bei den 98 Lehrkräften haben alle bis auf zwei als weiteres Fach Mathematik, was daran liegt, dass in Bayern Physik jahrzehntelang nur mit Mathematik kombiniert werden konnte (nur eine Lehrkraft hat Informatik, eine Geographie). Zehn Lehrkräfte haben noch als drittes Unterrichtsfach Informatik angegeben, was ein geringerer Anteil als in Rheinland-Pfalz ist (57 % Ph/M, 30 % Ph/M/Inf) [4].

## 2.2 Geschlecht und Altersverteilung

Die Stichprobe setzt sich zusammen aus 84 % männlichen und 16 % weiblichen Lehrkräften, wie es auch bei [4] der Fall war. Bei der Altersverteilung gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den männlichen und weiblichen Lehrkräften. Die größte Altersgruppe sind mit 38 % die 30- bis 39-Jährigen, während 5 % in der Altersgruppe 20 – 29 liegen, 20 % in der Altersgruppe 40 – 49, 27 % in der Altersgruppen 50 – 59 und 10 % darüber. Der Median liegt in der Altersgruppe 40 bis 49 Jahre.

Da die meisten mit fast 30 Jahren als Lehrkraft anfangen, ergibt sich eine entsprechende Verteilung der Dienstjahre: Zwei Lehrkräfte waren Anfänger, 37 % hatten unter zehn Dienstjahre, 24 % 10 bis 20 Dienstjahre, 11 % 20 bis 30 Dienstjahre und 24 % schon über 30 Dienstjahre.

## 2.3 Studienabschluss

Da der Bedarf an Physiklehrkräften in Bayern wie in anderen Bundesländern seit mehreren Jahren nicht gedeckt werden konnte, gibt es seit 2002 ein Quereinsteigerprogramm für Gymnasiallehrer [5]. Für den Zeitraum 2002 bis 2007 wurden in Bayern insgesamt 284 Diplom-Physiker im Referendariat eingestellt, was einer Quereinsteigerquote von 46 % entspricht [5]. In den 1970er Jahren und Anfang der 1990er Jahre gab es auch schon einmal ein wenige Jahre umfassendes Einstellungsfenster für Diplomphysiker, bei dem aber nicht so viele eingestellt wurden.

Von den 97 Lehrern, die hierzu eine Angabe machten, hatten 86 % ein Erstes Staatsexamen, während 14 % ein Physikdiplom hatten. Verständlicherweise unterscheiden sich diese beiden Gruppen signifikant ( $p = 0,01$ ) in ihrem Dienstalter: 71 % der Diplomphysiker haben unter zehn Dienstjahre.

## 3. Umfang des Einsatzes des Computers durch die Lehrkräfte

Um den Lehrkräften eine einfache, schnelle Beantwortung zu ermöglichen, wurden lediglich vier Antwortmöglichkeiten zur Wahl gestellt: „keine Kenntnisse“, „kein Unterrichtseinsatz, aber Kenntnisse“, „vereinzelt im Unterricht“, „durchgehend in mindestens einer Klasse“, was allerdings keine Aussagen darüber ermöglicht, wie oft die Lehrer den Computer pro Woche oder Monat einsetzen.

### 3.1 Umfang des Unterrichtseinsatzes von Computern zur Messwerterfassung und Messwertreproduktion

Mit der PC-Messung über Sensoren, in interaktiven Bildschirmexperimenten (IBEs) und der Videoanalyse können Daten aus Realexperimenten gewonnen werden (Messwerterfassung und Messwertreproduktion). Angaben zum Umfang des Einsatzes finden sich in Abb. 1.

Auf den ersten Blick sieht die Verteilung zwar ähnlich aus, wie bei der Erhebung 2004 in Rheinland-Pfalz [4]. Auf den zweiten Blick kann man aber feststellen, dass bei allen drei Medien, der Anteil derer, die es im Unterricht einsetzen, in Unterfranken 2009 signifikant größer ist als 2004 in Rheinland-Pfalz (siehe Tab. 1). Man kann hier vermuten, dass sich der Computereinsatz im Laufe der Zeit immer mehr durchsetzt, wenn auch nur langsam.

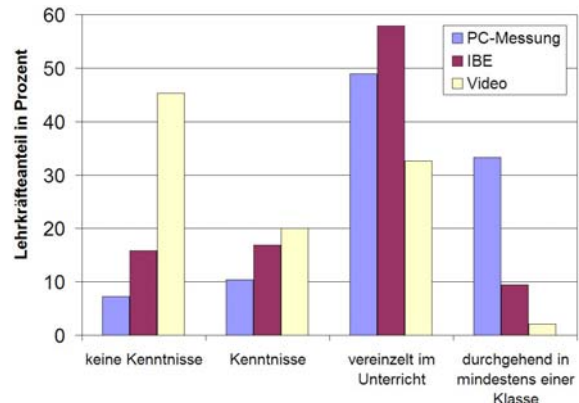


Abb. 1: Unterrichtseinsatz von PC-Messwerterfassung (N = 96), Interaktive Bildschirmexperimente (N = 95) und Videoanalyse (N = 95)

| Bereits eingesetzt (vereinzelt oder durchgehend) |                         |                             |
|--|-------------------------|-----------------------------|
| Umfrage  | Unterfranken 2009, N=98 | Rheinland-Pfalz 2004, N=293 |
| Infos übers Internet                             | 94 % ***                | 75 %                        |
| PC-Messung                                       | 82 % **                 | 68 %                        |
| Simulationen                                     | 83 % **                 | 69 %                        |
| IBEs   | 67 % **                 | 51 %                        |
| Modellbildung                                    | 56 % **                 | 41 %                        |
| Kommunikation Internet                           | 46 % *                  | 32 %                        |
| Videoanalyse                                     | 35 % *                  | 22 %                        |

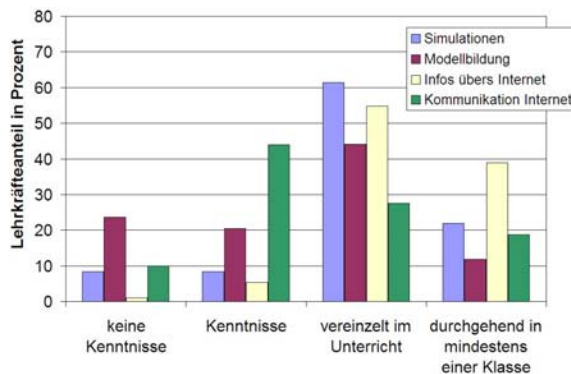
Tab. 1: Anteil von Lehrern, die die Medien schon im Unterricht eingesetzt haben (Signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test, \*:  $p=0,05$ , \*\*:  $p=0,01$ , \*\*\*:  $p=0,001$ )

Einen durchgehenden Einsatz von PC-Messwerterfassung in mindestens einer Klasse wurde in Unterfranken von 33 % der Lehrkräfte angegeben, während es in Rheinland-Pfalz 2004 nur 17 % waren (höchst signifikant). Einen durchgehenden Einsatz von IBEs in mindestens einer Klasse wurde in Unterfranken von 9,5 % der Lehrkräfte angegeben, während es in Rheinland-Pfalz nur 5,1 % waren. Beim durchgehenden Einsatz der Videoanalyse ist kein Unterschied zwischen den beiden Erhebungen feststellbar.

### 3.2 Umfang des Unterrichtseinsatzes von Simulation und Modellbildung und des Internets

Bei Simulationen und Modellbildung werden physikalische Abläufe vom Computer berechnet. Mit dem Internet als Informations- und Kommunikationsmedium kann physikalisches Wissen in Text, Bild und Sprache genutzt werden.

Auch hier ist die Verteilung der einzelnen Medien (siehe Abb. 2) ähnlich der bei der Erhebung 2004 in Rheinland-Pfalz [4]. Auch hier hat sich der Anteil derer, die die Medien nutzen, signifikant erhöht (siehe Tab. 1).



**Abb. 2:** Unterrichtseinsatz von Simulationen (N = 96), Modellbildung (N = 93), Informationsmedium Internet (N = 95) und Kommunikationsmedium Internet (N = 91)

Einen durchgehenden Einsatz von Simulationen in mindestens einer Klasse wurde in Unterfranken von 22 % der Lehrkräfte angegeben, während es in Rheinland-Pfalz 2004 nur 11 % waren (hoch signifikant). Beim durchgehenden Einsatz des Internets als Kommunikationsmedium sind es 19 % in Unterfranken 2009 im Vergleich zu 5,6 % in Rheinland-Pfalz 2004 und beim Internet als Informationsmedium sind es 39 % im Vergleich zu 11 % (je weils höchst signifikant).

Auffällig ist, dass nur beim Kommunikationsmedium Internet sehr viele Lehrkräfte (44 %) angeben, Kenntnisse zu besitzen, es aber nicht im Unterricht einsetzen. Erklärungen hierfür sind ein subjektiv hohes Kompetenzgefühl der Lehrkräfte aus der privaten Internetkommunikation, noch fehlende Einsatzmöglichkeiten für dieses Physikmedium oder das Fehlen von Physikräumen mit Internetanschluss. Herauszuheben ist auch, dass 24 % der Lehrkräfte keine Kenntnisse über die Modellbildung haben.

Schaut man, wie viele Lehrer was einsetzen (vereinzelt oder durchgehend) (siehe Tab. 1), so werden das Informationsmedium Internet, die PC-Messung und Simulationen am häufigsten im Unterricht eingesetzt. Es folgen IBEs, Modellbildung, Kommunikationsmedium Internet und an letzter Stelle die Videoanalyse. Der geringe Unterrichtseinsatz der Videoanalyse ist auf die mit Abstand geringsten Medienkenntnisse (4,5 % haben keine Kenntnisse) und

auf den sehr themenspezifischen Einsatz in der Mechanik zurückzuführen. Während 2004 noch 6,5 % angaben, noch nie den Computer im Physikunterricht eingesetzt zu haben, waren das 2009 nur noch 1 %.

### 3.3 Methodischer Einsatz

Die Lehrkräfte sollten auch noch angeben, ob sie die Software jeweils zur Demonstration durch die Lehrkraft einsetzen oder ob die Schüler sie selbst nutzen oder beides. Bei dieser Frage haben viele Lehrer auf eine Angabe verzichtet, obwohl sie sonst detailliert angaben, was sie wie intensiv nutzen. Dennoch zeigen die Daten (siehe Tab. 2), dass der Computer meist ein Werkzeug in der Hand des Lehrers für Demonstrationszwecke ist. Nur das Internet wird häufiger so benutzt, dass die Schüler selbst Informationen suchen oder mit dessen Hilfe kommunizieren.

| Einsatzart \ Medium    | Demonstration | Schüler-nutzung | kein Einsatz oder keine Angaben |
|------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|
| PC-Messung             | 37 %          | 7 %             | 56 %                            |
| IBEs                   | 26 %          | 16 %            | 58 %                            |
| Videoanalyse           | 16 %          | 8 %             | 76 %                            |
| Simulationen           | 40 %          | 12 %            | 48 %                            |
| Modellbildung          | 18 %          | 7 %             | 75 %                            |
| Infos übers Internet   | 27 %          | 37 %            | 36 %                            |
| Kommunikation Internet | 5 %           | 13 %            | 82 %                            |

**Tab. 2:** Einsatzart Unterfranken 2009 (N=98)

### 3.4 Interesse am Computereinsatz im Unterricht

Die Physiklehrer sollten außerdem ihr Interesse am Unterrichtseinsatz des Computers auf einer vierstufigen Skala (von „gering“ bis „hoch“ einschätzen) (siehe Abb. 3 und Abb. 4) angeben. Hohes und noch hohes Interesse besteht bei den Lehrkräften in absteigender Reihenfolge bei den Simulationen (82 %), der PC-Messung (72 %), IBEs (66 %), dem Internet als Informationsmedium (63 %), der Modellbildung (61 %), der Videoanalyse (48 %) und dem Internet als Kommunikationsmedium (29 %). Bei diesen Verteilungen gibt es kaum Unterschiede zwischen Unterfranken 2009 und Rheinland-Pfalz 2004.

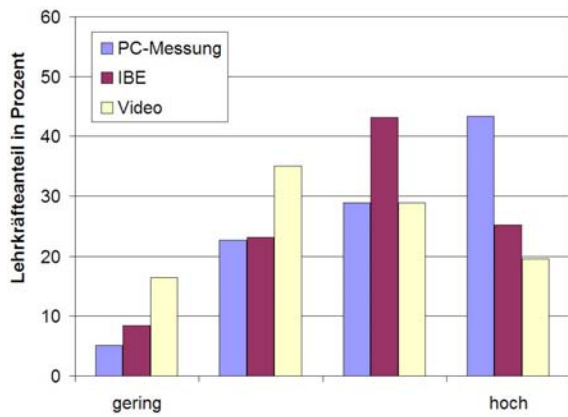


Abb. 3: Interesse am Unterrichtseinsatz von PC-Messwerterfassung (N = 97), Interaktive Bildschirmexperimente (N = 95) und Videoanalyse (N = 97)

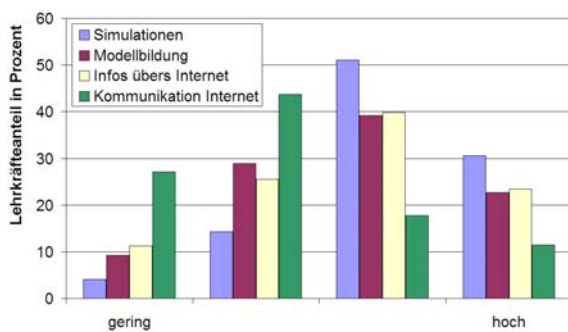


Abb. 4: Interesse am Unterrichtseinsatz von Simulationen (N = 98), Modellbildung (N = 97), Informationsmedium Internet (N = 98) und Kommunikation (N = 96)

#### 4. Verwendete Produkte

Die Lehrkräfte sollten angeben, welche Software bzw. Hardware sie schon im Unterricht eingesetzt haben, wobei nicht zwischen früherem und aktuellem Einsatz unterschieden wurde. Auch die Intensität des Einsatzes wurde hier nicht berücksichtigt. Zu den angegebenen Softwareprodukten sind im Anhang Bezugsadressen für einen Download bzw. für weitere Informationen aufgelistet.

##### 4.1 Verwendete Messwerterfassungssysteme

Die Messwerterfassung ist der älteste Einsatzbereich des Computers im Physikunterricht und auch typisch für den Physikunterricht [3].

Wie Tabelle 3 zeigt, haben zwei Drittel der Lehrer bereits „Cassy“ eingesetzt, was nur durch die Marktmacht der Herstellerfirma in Deutschland zu erklären ist.

Ein Viertel der unterfränkischen Lehrkräfte gibt an, schon „PAKMA“ zum Messen genutzt zu haben, wobei nicht sicher ist, dass alle auch wirklich damit gemessen haben. Hier handelt es sich sicher um einen regionalen Effekt, da „PAKMA“ an der Universität Würzburg entwickelt wurde, und hier handelt es sich wahrscheinlich meist um früheren, nicht aktuellen Einsatz.

| Messwerterfassungssysteme |                         |                             |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Umfrage                   | Unterfranken 2009, N=98 | Rheinland-Pfalz 2004, N=293 |
| Name (Firma)              |                         |                             |
| Cassy (Leybold)           | 63 %                    | 53 %                        |
| PAKMA (Uni Würzburg)      | 24 % ***                | 2 %                         |
| DataStudio (Pasco)        | 17 % ***                | 0 %                         |
| Cobra/measure (Phywe)     | 2 %                     | 4 %                         |
| Coach (CMA)               | 1 %                     | 0 %                         |
| Lab Pro (Vernier)         | 0 %                     | 2 %                         |
| DiBox                     | 0 %                     | 2 %                         |
| CBL (Texas Instruments)   | 0 %                     | 1 %                         |
| CorEx (Cornelsen)         | 0 %                     | 1 %                         |
| Eigenbau                  | 0 %                     | 1 %                         |

Tab. 3: Von Lehrkräften eingesetzte Messwerterfassungssysteme (Signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test, \*: p=0,05, \*\*: p=0,01, \*\*\*: p=0,001)

Von der sehr guten Software „DataStudio“ von Pasco, das in den USA eine Standardsoftware zur Messwerterfassung ist, gibt es erst seit wenigen Jahren eine deutschsprachige Version für Windows-Rechner, so dass sich hier der Unterschied in den beiden Erhebungen durch den Erhebungszeitpunkt erklärt.

##### 4.2 Verwendete Videoanalyseprogramme

Die digitale Videoanalyse von Bewegungen ist im Vergleich zu den Messwerterfassungssystemen eine relativ neue Möglichkeit des Computereinsatzes, die sich aber auf die Erfassung von Bewegungen aller Art beschränkt. So ist es auch verständlich, dass dies bisher von deutlich weniger Lehrern im Unterricht eingesetzt wurde.

| Videoanalyseprogramme     |                         |                           |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Umfrage                   | Unterfranken 2009, N=98 | Rheinland-Pf. 2004, N=293 |
| Name (Quelle)             |                         |                           |
| AVA (Uni Würzburg)        | 13 % ***                | 0,3 %                     |
| Galileo (klett-Verlag)    | 11 %                    | 5,5 %                     |
| measure Dynamics (Phywe)  | 7 % ***                 | 0,0 %                     |
| Viana (Uni Essen)         | 7 % **                  | 1,7 %                     |
| VideoAnalyzer (Schroedel) | 4 % ***                 | 0,0 %                     |
| DiVA (Uni Augsburg)       | 3 %                     | 1,0 %                     |
| Coach (CMA)               | 1 %                     | 0,3 %                     |
| Easyvid (Heinrichs)       | 1 %                     | 0,0 %                     |
| ViMPS (Uni Mainz)         | 0 % *                   | 6,1 %                     |
| David (Uni München)       | 0 %                     | 1,0 %                     |

Tab. 4: Von Lehrkräften eingesetzte Videoanalyseprogramme (Signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test, \*: p=0,05, \*\*: p=0,01, \*\*\*: p=0,001)

Gerade bei der Videoanalyse zeigen sich sehr stark regionale Effekte (siehe Tab. 4). Das Videoanalyse-Programms „ViMPS“ wurde an der Universität Mainz entwickelt und in Lehrerfortbildungen in Rheinland-Pfalz bekannt gemacht, so dass es dort häufiger als alle anderen Programme benutzt wurde. „AVA“ und „Galileo“ wurden in Unterfranken entwickelt und dort in Lehrerfortbildungen bekannt gemacht, so dass diese dort mehr als alle anderen Programme benutzt wurden. Auch das recht neue Programm „measure Dynamics“ wurde in Unterfranken im Rahmen eines Forschungsprojektes bekannt gemacht [6]. „measure Dynamics“ und „VideoAnalyzer“ sind außerdem neue Programme, die es 2004 noch nicht gab.

### 4.3 Verwendete Simulationen

Bei den Simulationen wird eine sehr große Spanne von Produkten genutzt (siehe Tab. 5), wobei Applets von den meisten Lehrkräften eingesetzt wurden. Die stärkere Verwendung in Unterfranken 2009 gegenüber Rheinland-Pfalz könnte daran liegen, dass sich in den 4,5 Jahren die Computer-Kompetenzen der Lehrer verbessert haben bzw. jüngere Lehrer nachrückten, die dem Computer gegenüber aufgeschlossener sind. Die Unterschiede bei „PAKMA“ und „JPAKMA“ liegen wieder daran, dass diese Programme in Unterfranken an der Universität Würzburg entwickelt wurden.

| Simulationen            |                         |                             |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Name \ Umfrage          | Unterfranken 2009, N=98 | Rheinland-Pfalz 2004, N=293 |
| Applets                 | 55 % ***                | 33 %                        |
| PAKMA                   | 29 % ***                | 8 %                         |
| Crocodile Physics/Clips | 24 % **                 | 13 %                        |
| DOS-Programme           | 19 %                    | 17 %                        |
| JPAKMA                  | 8 % ***                 | 0 %                         |
| Interactive Physics     | 7 % *                   | 3 %                         |
| CliXX Physik            | 7 %                     | 6 %                         |
| Albert                  | 6 % **                  | 19 %                        |

**Tab. 5:** Von Lehrkräften eingesetzte Simulationsumgebungen (Signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test, \*: p=0,05, \*\*: p=0,01, \*\*\*: p=0,001)

### 4.4 Verwendete Modellbildungssysteme

Man kann die Vielfalt von Modellbildungssystemen nach der Art der Eingabe unterscheiden und erhält so drei Arten von Modellbildungsprogrammen:

1. Tabellenkalkulationsprogramme haben den Vorteil großer Verbreitung (Beispiel: Excel).
2. Gleichungsorientierte Programme fordern nur die Eingabe der wesentlichen Gleichung (Beispiele: Newton-II, Modellus 4).
3. Graphische Modellbildungsprogramme fordern alle Eingaben auf einer graphischen Oberfläche

(Beispiele: STELLA, Dynasys, Powersim, Coach, VisEdit/PAKMA, JPAKMA).

Des Weiteren kann man noch nach der Art der Ausgabe unterscheiden und erhält so zwei Arten von Modellbildungsprogrammen:

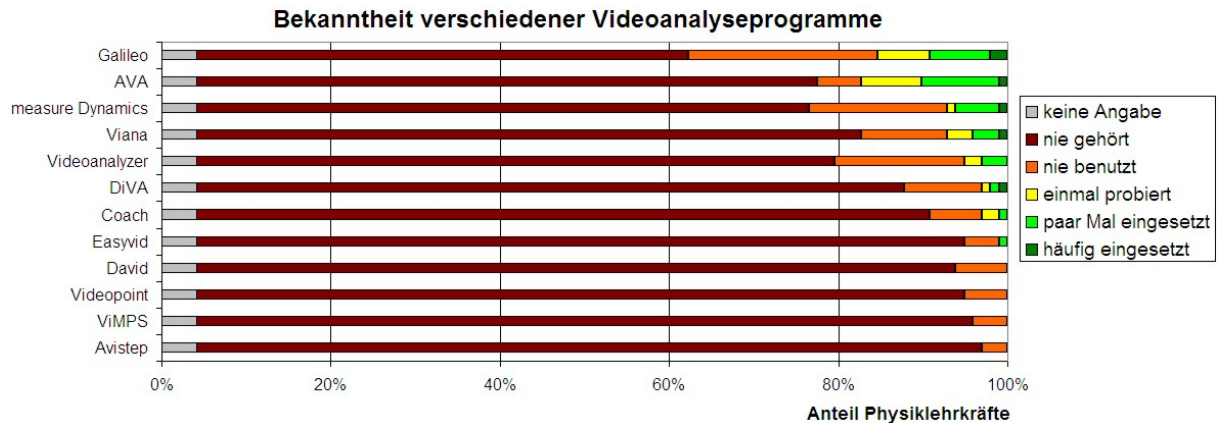
- a) Programme, die nur Diagramme ausgeben (Beispiele: Excel, Newton-II, STELLA, Dynasys, Powersim, Coach)
- b) Programme, die auch Animationen ausgeben können (Beispiele: VisEdit/PAKMA, JPAKMA, Modellus 4).

In Unterfranken wird von den meisten Lehrern angegeben, dass sie bereits „Excel“ genutzt haben (siehe Tab. 6). Hier liegt die Vermutung nahe, dass nicht alle wirklich Modellbildung mit „Excel“ betrieben haben, sondern „Excel“ anders einsetzen, z.B. zur Datenauswertung. Der hohe Anteil von „Excel“ liegt sicher auch an der seit dem Jahr 2000 in Bayern intensiv durchgeführten Lehrer-Fortbildungsinitiative "Intelligentes Lehren für die Zukunft" (mit Unterstützung von Microsoft) [7], in der die Lehrer günstig die Microsoftprodukte sowie eine intensive, schulinterne Fortbildung in deren Bedienung bekamen.

Für die Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms zur numerischen Berechnung spricht zwar neben der Verfügbarkeit der Software die Tatsache, dass diese aus dem Informatikunterricht bekannt ist, der in Bayern ab der sechsten Jahrgangsstufe Pflicht ist. Es besteht aber dabei die Gefahr, dass die Zusammenhänge nicht deutlich werden, da weder die Gleichungen noch Wirkungsgefüge sichtbar sind, und die Gefahr, dass durch eine große Betonung der mathematischen Vorgehensweise die qualitativen Betrachtungen und die physikalische Argumentation in den Hintergrund rücken.

| Modellbildungssysteme |                         |                             |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Name \ Umfrage        | Unterfranken 2009, N=98 | Rheinland-Pfalz 2004, N=293 |
| Tabellenkalkulation   | 63 % ***                | 2 %                         |
| VisEdit/PAKMA         | 17 % ***                | 2 %                         |
| Newton-II             | 15 % ***                | 0 %                         |
| JPAKMA                | 12 % ***                | 0 %                         |
| Dynasys               | 4 % ***                 | 18 %                        |
| STELLA                | 1 %                     | 4 %                         |
| Modus                 | 0 % *                   | 5 %                         |
| Moebius               | 0 %                     | 3 %                         |
| Powersim              | 0 %                     | 3 %                         |
| Coach                 | 0 %                     | 1 %                         |

**Tab. 6:** Von Lehrkräften eingesetzte Modellbildungssysteme (Signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test, \*: p=0,05, \*\*: p=0,01, \*\*\*: p=0,001)



**Abb. 5:** Bekanntheit verschiedener Videoanalyseprogrammen bei unterfränkischen Physiklehrern (N = 98)

Auch bei den Modellbildungssystemen zeigen sich wieder sehr regionale Effekte (siehe Tab. 6). Die Software „VisEdit“ zu „PAKMA“ sowie die Software „JP AKMA“ wurden wie gesagt an der Universität Würzburg entwickelt, während „Newton-II“ von einem unterfränkischen Lehrer entwickelt wurde, so dass beides in Unterfranken über Lehrerfortbildungen bekannt gemacht wurde. In Rheinland-Pfalz wurde dagegen Dynasys in Lehrerfortbildungen bekannt gemacht. Positiv formuliert bedeutet dies, dass die in Lehrerfortbildungen vorgestellten Programme auch im Unterricht eingesetzt werden, wobei hier keine Aussage über die Intensität getroffen ist.

### 5. Weiteres zur Videoanalyse

Das unbekannteste und am wenigsten eingesetzte Medium ist die Videoanalyse - trotz der Verfügbarkeit kostenloser Videoanalyseprogramme und Videos. Deshalb sollte der Einsatz der Videoanalyse genauer untersucht werden.

#### 5.1 Bekanntheitsgrad verschiedener Programme

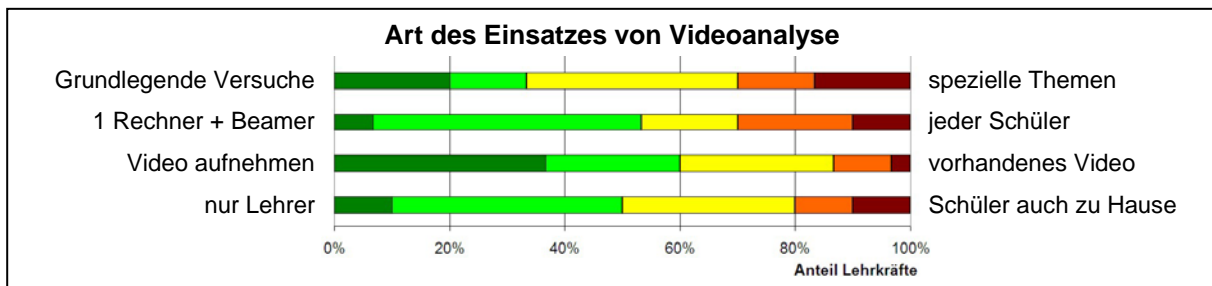
Bei den Videoanalyseprogrammen haben die meisten Lehrkräfte von den meisten Programmen noch nie etwas gehört (siehe Abb. 5). Der Produktname „Galileo“ ist in Unterfranken am bekanntesten (38%). Am meisten probiert oder eingesetzt wurde aber „AVA“ (insgesamt 17%), das Freeware war und in Würzburg in Lehrerfortbildungen bekannt gemacht wurde. Der Nutzungszeitraum der Software ist aber abgelaufen, so dass es nicht mehr nutzbar ist,

denn der Programmierer hat es weiterentwickelt zu „measure Dynamics“. Softwareprodukte, die bekannt sind, aber nie probiert wurden, sind die, hinter denen deutsche Firmen stehen, wie „Galileo“ (Klett), „measure Dynamics“ (Phywe) und „Videoanalyzer“ (Schroedel).

#### 5.2 Vorstellungen zur Einsatzweise

Nun kann man die Videoanalyse recht unterschiedlich im Unterricht einsetzen. Deshalb sollten die Lehrkräfte ihren Einsatz auf einer fünfstufigen Skala zwischen zwei Extremen einschätzen. Interessanterweise gab auch gut die Hälfte der Lehrkräfte, die noch nie Videoanalyse eingesetzt haben, ihre Vorstellung an, die sich meist kaum von den Nutzern unterscheidet. In Abb. 6 sind die Angaben der 30 Lehrer, die Videoanalyse einsetzen und diese Items beantworteten.

Es geht die Tendenz dahin, dass nur der Lehrer an einem Rechner mit Beamer die Videoanalyse vorführt und die Schüler dies weder im Unterricht noch zu Hause selbst machen können. Die Mehrheit ist dabei der Meinung, dass das Video im Unterricht aufgenommen werden sollte und man kein vorhandenes nehmen sollte. Ausgeglichenheit herrscht zwischen den beiden Meinungen, dass man mit der Videoanalyse eher die wichtigen grundlegenden Versuche analysiert oder sie für spezielle vertiefende Themen nutzt.



**Abb. 6:** Art des Einsatzes von Videoanalyse (N = 30)

### 5.3 Informationsquellen

Nach [3] sind Gründe für einen mangelnden Computereinsatz ein schlechtes Hardware- und Software-Ausstattung, mangelnde Ideen für einen sinnvollen Einsatz und eine subjektiv wahrgenommene Kompetenz. Somit sind man fragt, woher die Lehrkräfte Softwarehinweise, Unterrichtsideen und Bedienungskompetenzen bekommen. In Tab. 7 ist aufgelistet, welche Informationsquellen von Nutzern bzw. Nicht-Nutzern wie häufig genannt wurden (Mehrfachnennungen möglich). Überraschenderweise gibt es beim Studium, beim Lesen und bei Informationen von Kollegen keinen signifikanten Unterschied zwischen bei den Gruppen. Diesen gibt es nur beim Referendariat und vor allem bei Fortbildungen, was die Bedeutung von Fortbildungen unterstreicht.

| Informationsquellen für Videoanalyse |                 |                       |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Quelle \ Gruppe                      | Nutzer,<br>N=33 | Nicht-Nutzer,<br>N=62 |
| Studium                              | 39 %            | 21 %                  |
| Referendariat                        | <b>48 % *</b>   | <b>24 %</b>           |
| etwas gelesen                        | 27 %            | 26 %                  |
| von Kollegen gehört                  | 33 %            | 31 %                  |
| aus Fortbildungen                    | <b>45 % ***</b> | <b>11 %</b>           |

**Tab. 7:** Wo haben die Lehrkräfte etwas über Videoanalyse erfahren? (Signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test, \*:  $p=0,05$ , \*\*:  $p=0,01$ , \*\*\*:  $p=0,001$ )

So ist es auch verständlich, dass 15 % der Lehrkräfte angeben, dass sie an einer angebotenen Fortbildung zu Videoanalyse auf jeden Fall teilnehmen würden und weitere 51 % angeben, dass sie daran vielleicht teilnehmen werden.

Nur bei der Videoanalyse findet man signifikante Abhängigkeiten vom Dienstalter. So haben von denen, die dazu etwas in ihrem Studium gehört haben, 59 % weniger als zehn Dienstjahre. Und von denen, die im Referendariat etwas zur Videoanalyse gehört haben, haben 74 % unter zehn Dienstjahre. Entsprechend haben auch von dem Drittel der Lehrer, die schon Videoanalyse einsetzen, 45 % unter zehn Dienstjahren.

### 6. Fazit

Es zeigt sich, dass der Computer heute ein Standardmedium im Physikunterricht ist, obwohl es große Unterschiede bei den verschiedenen Einsatzarten gibt. Es zeigt sich außerdem, dass es viele regionale Unterschiede gibt – insbesondere bei den konkret verwendeten Softwareprodukten. Die noch relativ junge Einsatzart der Videoanalyse zeigt eine signifikante Abhängigkeit von Erfahrungen in Fortbildungen, im Referendariat und vom Dienstalter.

Bekannt ist die Klage, die Effekte von Lehrerfortbildungen seien oft gering, d.h. das in einer Fortbildung

Kennengelernte werden im konkreten Unterricht kaum umgesetzt („träges Wissen“) [8+9]. Die Ergebnisse der Umfrage lassen jedoch darauf schließen, dass Fortbildungen entscheidend dafür sind, ob der Computer im Physikunterricht eingesetzt wird und vor allem dafür, welche Software eingesetzt wird. In diesem Bereich sind Fortbildungen nötig und haben Einfluss auf den Unterricht.

### 7. Literatur

- [1] Urhahne, D., Prenzel, M., von Davier, M., Senkbeil, M. & Bleschke, M. (2000): Computereinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht – Ein Überblick über die pädagogisch-psychologischen Grundlagen und ihre Anwendung – In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 6, S. 157–186
- [2] Schulz-Zander, R. (2003): Nationale Ergebnisse der internationalen IEA-Studie SITES Modul 2 - Second Information Technology in Education Study – In: [www.ifs-mund.de/files/Projekte/sitesm2/sitesm2\\_Kurzfaassungschlussbericht4.pdf](http://www.ifs-mund.de/files/Projekte/sitesm2/sitesm2_Kurzfaassungschlussbericht4.pdf)
- [3] Pietzner, V. (2009): Computernutzung bei Naturwissenschaftslehrkräften – In: Höttecke, D. (Hrsg.): Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung, Jahrestagung der GDCP in Schwäbisch Gmünd 2008, Reihe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 29, Lit-Verlag, Münster, S. 185–187
- [4] Gröber, S.; Wilhelm, T. (2006): Empirische Erhebung zum Einsatz Neuer Medien bei Physik-Gymnasiallehrern in Rheinland-Pfalz: Arbeitsplatzausstattung und Mediennutzung – In: Nordmeier, V.; Oberländer, A. (Hrsg.): Didaktik der Physik - Kassel 2006, Lehmanns Media – LOB.de, Berlin
- [5] Korneck, F.; Lamprecht, J. (2009): Quer- und Seiteneinsteiger in das Lehramt Physik – In: Höttecke, D. (Hrsg.): Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung, Jahrestagung der GDCP in Schwäbisch Gmünd 2008, Reihe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 29, Lit-Verlag, Münster, S. 22–37
- [6] Wilhelm, T.; Waltner, C.; Hopf, M.; Tobias, V.; Wiesner, H. (2009): Der Einfluss der Sachstruktur im Mechanikunterricht - quantitative Ergebnisse zur Verständnis- und Interessenentwicklung – In: Nordmeier, V.; Grötzebauch, H. (Hrsg.): Didaktik der Physik - Bochum 2009, Lehmanns Media – LOB.de, Berlin
- [7] [http://www.intel.com/cd/corporate/education/emea/deu/elem\\_sec/program/329744.htm](http://www.intel.com/cd/corporate/education/emea/deu/elem_sec/program/329744.htm)
- [8] Mutzeck, W. (1988): Von der Absicht zum Handeln. Rekonstruktion und Analyse Subjektiver Theorien zum Transfer von Fortbildungsinhalten in den Berufsalltag, Weinheim

- [9] Haenisch, H. (1994): „Wie Lehrerfortbildung Schule und Unterricht verändern kann“, Nr. 26, Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Soest, [www.lfs.nrw.de/lfb\\_schule\\_veraendern.pdf](http://www.lfs.nrw.de/lfb_schule_veraendern.pdf)

## 8. Anhang: Bezugsadressen für die Softwareprodukte

### 1. Messwerterfassungssysteme:

Cassy-S: <http://www.leybold-didactic.de/software/index.html?cassy-s.html>  
 PAKMA: <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/Mausfortbildung/software.htm> und <http://www.schroedel.de/suche/artikelansicht.xtp?id=3-507-10729-5>  
 DataStudio: <http://store.pasco.com/forms/download.cfm?DID=9&downloadtype=DataStudio>  
 Cobra4: <http://www.phywe.de/174/Schule/Loesungssysteme/Cobra4.htm>  
 Coach: <http://www.cma.science.uva.nl/english/Software/index.html>  
 Lab Pro: <http://www.dynatech.de/produkte/produkt.php?prod=907>  
 DiBox: [http://www.exphys.uni-linz.ac.at/didaktik/AHS\\_BHS/Dibox.htm](http://www.exphys.uni-linz.ac.at/didaktik/AHS_BHS/Dibox.htm)  
 CBL: [http://education.ti.com/educationportal/sites/DEUTSCHLAND/productDetail/de\\_cbl\\_2.html](http://education.ti.com/educationportal/sites/DEUTSCHLAND/productDetail/de_cbl_2.html)  
 CorEx: [http://shop.corex.de/Sekundarstufe/Messen\\_mit\\_Sensoren/Software](http://shop.corex.de/Sekundarstufe/Messen_mit_Sensoren/Software)

### 2. Videoanalyseprogramme:

AVA: Das Freeware-Videoanalyseprogramm AVA wird nicht mehr weiterentwickelt. Inzwischen gibt es die Nachfolgesoftware mit dem Namen "measure Dynamics", weshalb AVA nicht mehr downloadbar ist.  
 Galileo: [http://www.klett.de/sixcms/detail.php?id=196888&\\_suche=Galileo&\\_stat=faq&\\_back=2](http://www.klett.de/sixcms/detail.php?id=196888&_suche=Galileo&_stat=faq&_back=2)  
 measure Dynamics: <http://www.phywe.de/141n110/Service/Downloads/Software.htm> und <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/mD.htm>  
 Viana: <http://didaktik.physik.uni-essen.de/viana/>  
 VideoAnalyzer: <http://www.schroedel.de/suche/reihenansicht.xtp?id=VIDANALY>  
 DiVA: [http://www.physik.uni-augsburg.de/did/content\\_german/software/diva.htm](http://www.physik.uni-augsburg.de/did/content_german/software/diva.htm)  
 Coach: <http://www.cma.science.uva.nl/english/Software/index.html> und <http://www.klett.de/sixcms/list.php?page=suche&modul=produktdetail&isbn=3-12-772607-4>  
 Easyvid: <http://www.g-heinrichs.de/software/physik.htm>  
 ViMPS: <http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/vimps>  
 David: Das Videoanalyseprogramm David wird nicht weiterentwickelt und ist nicht mehr downloadbar.

### 3. Simulationsprogramme:

PAKMA: <http://www.schroedel.de/suche/artikelansicht.xtp?id=3-507-10729-5> und <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/Mausfortbildung/software.htm>  
 Crocodile Physics: [http://www.crocodile-clips.com/de/Demos\\_deutsch](http://www.crocodile-clips.com/de/Demos_deutsch)  
 JPAKMA: Für Offline-Versionen und die Vollversion des Programms wenden Sie sich bitte direkt an den Lizenzinhaber, das [FIZ CHEMIE Berlin](http://www.fiz-chemie-berlin.de) (Kontakt: [info@chemistry.de](mailto:info@chemistry.de)).  
 Interactive Physics: <http://www.design-simulation.com/ip/index.php>  
 CliXX Physik: [http://www.harri-deutsch.de/verlag/titel/treitz/s\\_1805.htm?clixx](http://www.harri-deutsch.de/verlag/titel/treitz/s_1805.htm?clixx), [http://www.harri-deutsch.de/verlag/titel/junglas/s\\_1808.htm?clixx](http://www.harri-deutsch.de/verlag/titel/junglas/s_1808.htm?clixx) und [http://www.harri-deutsch.de/verlag/titel/bauerben/s\\_1719.htm](http://www.harri-deutsch.de/verlag/titel/bauerben/s_1719.htm)  
 Albert: <http://www.uni-online.de/artikel.php?link=3980>



#### **4. Modellbildungsprogramme:**

VisEdit/PAKMA: <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/Mausfortbildung/software.htm> und  
<http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/modell/inhalt.htm>

Newton-II: <http://www.newton2.slueck.de>

JPAKMA: Für Offline-Versionen und die Vollversion des Programms wenden Sie sich bitte direkt an den Lizenzinhaber, das [FIZ CHEMIE Berlin](#) (Kontakt: [info@chemistry.de](mailto:info@chemistry.de)).

Dynasys: <http://www.hupfeld-software.de/pmwiki/pmwiki.php?n=Main.Dynasys>

STELLA: <http://www.iseesystems.com>

Moebius: <http://www.mintext.de/moebius>

Powersim: <http://www.powersim.com/download>, Downloadmöglichkeit einer alten kostenfreien Light-Version unter <http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap.php?uk=7>

Coach: <http://www.cma.science.uva.nl/english/Software/index.html> und  
<http://www.klett.de/sixcms/list.php?page=suche&modul=produktdetail&isbn=3-12-772607-4>